

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra telekomunikační techniky

Telekomunikační služby přenášené pomocí silnoproudých sítí
Telecommunication Services Transmitted Using the High
Voltage Networks

2014/2015

David Možný

Zadání bakalářské práce

Student:

David Možný

Studijní program:

B2647 Informační a komunikační technologie

Studijní obor:

2601R013 Telekomunikační technika

Téma:

Telekomunikační služby přenášené pomocí silnoproudých sítí
Telecommunication Services Transmitted Using the High Voltage
Networks

Zásady pro vypracování:

Cílem práce je rešerše na téma „Telekomunikační služby přenášené pomocí silnoproudých sítí“. Rešerše bude obsahovat:

1. Přehled služeb přenášených v sítích nízkého napětí, vysokého napětí a velmi vysokého napětí.
2. Popis systémů hromadného dálkového ovládání (šíření signálů, koncepce přijímačů a vysílačů).
3. Aplikace v rozvodné síti ČR.

Seznam doporučené odborné literatury:

Automatizace.HW.cz - Elektronika v automatizaci. HW.cz. [Online] HW server s.r.o. [Citace: 29. 10. 2013.] <http://automatizace.hw.cz/>. ISSN: 1803-6392.

Měřicí a regulační technika. TZB-info. [Online] Topinfo s.r.o. [Citace: 29. 10. 2013.] <http://elektro.tzb-info.cz/>. ISSN 1801-4399.


SVOBODA, Jaroslav. 2012. *Využívání silnoproudých vedení a sítí pro přenos zpráv*. Praha : ČVUT, 2012. 978-80-01-05168-9.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Iva Petříková, Ph.D.**


Datum zadání: 01.09.2014

Datum odevzdání: 07.05.2015



doc. Ing. Miroslav Vozňák, Ph.D.
vedoucí katedry





prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě dne: 4. května 2015

.....
podpis studenta

Poděkování

Rád bych poděkoval Ing. Ivě Petříkové, Ph.D. za odbornou pomoc a konzultaci při vytváření této bakalářské práce.

Abstrakt

Tématem této bakalářské práce je přenos telekomunikačních služeb přes silnoproudou síť. Tyto služby můžeme rozdělit podle několika hledisek. Rozdělení podle napěťové úrovně (nízké napětí, vysoké napětí a velmi vysoké napětí), podle frekvenčního pásma (podhovorové, hovorové, středofrekvenční, vysokofrekvenční) a podle šířky pásma (širokopásmové, úzkopásmové).

Také tato bakalářská práce zahrnuje popis a aplikaci systému hromadného dálkového ovládání. Tento systém je používán téměř na celém území České republiky (s výjimkou několika oblastí na severní Moravě). Asi nejznámější použití HDO je pro přepínání tarifů a ovládání elektrických spotřebičů.

Klíčová slova

Přenos dat po elektrické síti; Hromadné dálkové ovládání; HDO

Abstract

Theme of this bachelor thesis is Telecommunication Services Transmitted Using the High Voltage Networks. These services can be classified according to several criteria. Distribution of voltage levels (low voltage, high voltage and very high voltage), by frequency band (under colloquial, colloquial, medium frequency, high frequency) and according to the bandwidth (broadband, narrowband).

This bachelor thesis includes a description of the application of the systems centralized ripple control. This system is used on almost area of the Czech Republic (with the exception of a few areas in northern Moravia). Maybe the most famous use centralized ripple control is for tariff switching and control of electrical appliances.

Key words

Power line communications; Centralized ripple control

Seznam použitých zkratk

Zkratka	Význam
HDO	Hromadné dálkové ovládání
vn	Vysoké napětí
nn	Nízké napětí
vvn	Velmi vysoké napětí
OFDM	Orthogonal frequency division multiplexing (Ortogonalní multiplex s frekvenčním dělením)
CDMA	Code division multiple access (Kódový multiplex)
PLC	Power line communications (Přenos dat po elektrické síti)
BPL	Broadband over power lines (Širokopásmový přenos dat po elektrické síti)
CVHDO	Centrální vysílače hromadného dálkového ovládání
LVHDO	Lokální vysílače hromadného dálkového ovládání
MINI HDO	Mini systémy HDO
EEPROM	Elektronicky mazatelné programovatelná paměť

Obsah

Úvod.....	- 9 -
1 Přehled služeb přenášených v sítích nízkého napětí, vysokého napětí a velmi vysokého napětí.....	- 10 -
2 Hromadné dálkové ovládání.....	- 13 -
2.1 Charakteristika systémů HDO.....	- 13 -
2.2 Vysílače.....	- 16 -
2.2.1 Zdroje výkonového signálu HDO	- 16 -
2.3 Povelový kód HDO	- 18 -
2.3.1 Povelový kód s paralelním vyjádřením dvojpovelů	- 18 -
2.3.2 Povelový kód se sériovým vyjádřením dvojpovelů.....	- 19 -
2.4 Volba frekvence signálu.....	- 20 -
2.4.1 Nižší a střední frekvence (110 - 500 Hz).....	- 20 -
2.4.2 Vyšší frekvence (600 - 2000 Hz).....	- 20 -
2.5 Přijímače.....	- 20 -
2.5.1 Klasické Přijímače.....	- 21 -
2.5.2 Moderní Přijímače.....	- 21 -
3 Aplikace v rozvodné síti České republiky.....	- 24 -
3.1 Nízký tarif	- 25 -
3.2 MINI HDO	- 27 -
Závěr	- 28 -
Použitá literatura	- 29 -
Seznam příloh.....	- 31 -

Úvod

První část bakalářské práce se zabývá telekomunikačními službami přenášenými v sítích nízkého napětí, vysokého napětí a velmi vysokého napětí. Nalezneme zde několik služeb, které využívají všechny tři zmíněné úrovně. Mezi tyto služby patří například systém hromadného dálkového ovládání, který je popsán ve druhé kapitole této bakalářské práce. V první kapitole najdeme rozdělení služeb podle šířky pásma, kterou využívají. Jedná se buď o úzkopásmové, nebo širokopásmové přenosy. Dalším rozdělením v této části je dělení podle toho, které frekvenční pásmo služby využívají.

Ve druhé kapitole jsou popsány systémy hromadného dálkového ovládání. Je zde základní popis bloků, na které můžeme systém HDO rozdělit. Poté jsou rozebrány důležité bloky do větších detailů. Nalezneme zde například základní charakteristiku hromadného dálkového ovládání, princip vysílání signálu HDO, rozdělení vysílačů, používané povelové kódy a jejich popis, volbu frekvence a seznam frekvencí, kde které frekvence využívat, a popis přijímačů.

Třetí část bakalářské práce obsahuje aplikaci systémů hromadného dálkového ovládání v rozvodné síti České republiky. V této kapitole je k vidění sestavená mapa vysílačů společnosti ČEZ na Moravě. Nalezneme zde různá využití systémů HDO od ovládání spotřebičů a přepínání tarifů až po ovládání osvětlení, provozní energetické účely a různé poplachové signály. Spadají tu i systémy Mini HDO, které jsou určeny pro uzavřené rozvody zemědělských, průmyslových a ostatních podniků.

1 Přehled služeb přenášných v sítích nízkého napětí, vysokého napětí a velmi vysokého napětí.

Silnoprůdová síť, která byla zprvu jen vybudovaná pro přenos elektrické energie s technickým kmitočtem 50 Hz, je dnes využívána pro přenos signálů s vyššími frekvencemi pro sdělovací účely. Pro názornost lze uvést tabulku 1.1, kde jsou vidět frekvenční pásma a přenášné služby, které tyto pásma využívají. [3][10]

Přenášné služby můžeme rozdělit na úzkopásmové a širokopásmové. Úzkopásmové pak dělíme na hovorové a nehovorové. Mezi hovorové patří služební a standardní telefonie. Vysokofrekvenční elektrárenská telefonie se začala rozvíjet poté, co byla možná výroba vysokonapětových kondenzátorů umožňující kapacitní vazbu. Tato situace nastala přibližně v polovině 20. let 20. století. [3][10]

Mezi nehovorové služby úzkopásmových systémů patří hromadné dálkové ovládání, dálkové ovládání, dálkové měření, dálková signalizace, dálková regulace, dálková synchronizace, dálkový odečet bytových měřičů a přenos od zabezpečovacích zařízení.[3][10]

Přehled služeb provozovaných v oblastech nízkého, vysokého a velmi vysokého napětí najdeme v tabulce 1. 2.[3][10]

Název pásma	Podhovorové	Hovorové	Středofrekvenční	Vysokofrekvenční
Rozsah frekvenčního pásma	Menší jak 300 Hz	0,3 - 4 kHz	4-150 kHz	Větší jak 150 kHz
Služby	HDO	HDO	Telefonní služby, Úzkopásmové datové služby, Dálkové ovládání, Dálkové měření, Dálková signalizace	Telefonní služby, Širokopásmové datové služby
Příklady užívaných kmitočtů a pásem	0, 50, 166, 217 Hz	300-2500 Hz 300-3400 Hz 316, 425, 1050 Hz	3-95 kHz 9-95 kHz 95-148,5 kHz	40-750 kHz 1-30 kHz

Tabulka 1.1: Rozdělení kmitočtových pásem a jejich využití.[3]

Přehled služeb přenášených v sítích nízkého napětí, vysokého napětí a velmi vysokého napětí.

V současnosti se do ochranného lana přidává optický kabel, díky čemuž můžeme přenášet data s větší rychlostí a efektivitou. To nám umožňuje přenos dalších telekomunikačních služeb přes silnoproudou síť. [3][10]

Díky zvládnutí technologií, které umožňují přenos v zarušeném prostředí, jako jsou např. OFDM a CDMA, nám byla umožněna realizace širokopásmových systémů. Širokopásmové systémy díky těmto technologiím umožňují přenos informací s relativně vysokými přenosovými rychlostmi. [3][10]

Sdělovací systémy používající elektroenergetická vedení označujeme PLC (Power Line Communication). Širokopásmové systémy umožňující přenos informací v rámci nízkonapěťové sítě na vzdálenosti stovek metrů až jednotek kilometrů, a to při rychlostech desítek až stovek Mbit/s jsou nejčastěji nazývány BPL (Broadband Power Line). [3][10]

Napěťová úroveň	Nízké napětí	Vysoké napětí	Velmi vysoké napětí
	50 V - 1 kV	1 kV - 50 kV	50 kV - 300 kV
Přenášené služby	Internet	Internet	Služební telefonie
	Intranet	Intranet	Standardní telefonie
	Dálkové měření	Služební telefonie	Dálkové měření
	Dálková regulace	Standardní telefonie	Dálková regulace
	Dálkové ovládání	Dálkové měření	Dálkové ovládání
	Dálková signalizace	Dálková regulace	Dálková signalizace
	Dálková synchronizace	Dálkové ovládání	Dálková synchronizace
	HDO	Dálková signalizace	HDO
	Dálkový odečet bytových měřičů	Dálková synchronizace HDO	Dálkový odečet bytových měřičů
	Přenos od zabezpečovacích zařízení	Dálkový odečet bytových měřičů Přenos od zabezpečovacích zařízení	Přenos od zabezpečovacích zařízení

Tabulka 1.2: *Telekomunikační služby provozované po silnoproudých vedeních a sítích*

Nízké napětí je využíváno systémy PLC/BPL (úzkopásmové/šírokopásmové) pro služby přenosu dat, telefonu, videa a internetu, kde jsou připojeny modemy těchto systémů. Pro domovní rozvody se používá nízkého napětí, pro přenos na větší vzdálenosti je provedena transformace na napětí vysoké.[2][14]

Přehled služeb přenášených v sítích nízkého napětí, vysokého napětí a velmi vysokého napětí.

HDO využívá všechny kategorie napětí, které jsou zde uvedeny. Injektování signálu se provádí na sekundární straně transformátoru vn/nn, vn/vn, vvn/vn. Signál se šíří přes transformátory až do úrovně nízkého napětí, kde jsou umístěny přijímače.[14]

Obdobná situace (jako u systému HDO) je i u dálkového měření, dálkové regulace, dálkového ovládání, dálkové signalizace, dálkové synchronizace, dálkových odečtů bytových měřičů a přenosů od zabezpečovacích zařízení, kde se většinou vysoké a velmi vysoké napětí používá k přenosu informace a v nízkém napětí jsou umístěna koncová zařízení.[14]

2 Hromadné dálkové ovládání

Přibližně od 30. let 20. století se zavádí systémy hromadného dálkového ovládání (HDO). Tyto systémy na rozdíl od dálkového ovládání, kde se jednalo o adresní signalizaci nebo adresní ovládání jediného objektu, umožňují z jednoho centrálního místa vysílat signál do celé rozvětvené silnoproudé sítě. Ovládané zařízení poté, co dostane tento signál, provede předem nastavenou operaci, například spínací funkci.[1][3][10]

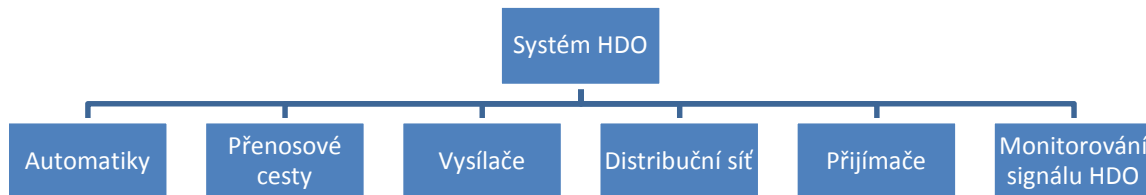
Hromadné dálkové ovládání je systém, který při použití přenosu signálu po silnoproudých vedeních energetické sítě je schopen ovládat stavy spotřebičů, změnu tarifů, blokovat skupiny spotřebičů a například i ovládat veřejné osvětlení.[1][5][7][11]

V uzavřených průmyslových rozvodech podniků a institucí je možno využít malých systémů hromadného dálkového ovládání (MINI HDO). Tímto lze dosáhnout optimalizace spotřeby elektrické energie.[7]

Velkou výhodou systémů hromadného dálkového ovládání i MINI HDO je, že k přenosu ovládacích signálů používají energetickou síť, ze které jsou napájeny.[7]

2.1 Charakteristika systémů HDO

Systém HDO se skládá z automatik, přenosových cest, vysílačů, distribuční sítě, přijímačů a monitoringu signálu HDO (obrázek 1).[13]



Obrázek 1.: Složení systému hromadného dálkového ovládání

Automatiky jsou zařízení, která zahajují vysílání telegramu HDO vysílači (nastavují impulsní rastr povelového kódu). Uvádějí vysílač do pohotovosti před vysláním, kontrolují vysílání impulsů a zaznamenávají údaje o každém vyslání. Automatiky jsou zpravidla umístěny v dispečerském centru provozovatele distribuční sítě.[13]

Přenosové cesty mohou tvořit rádiové spoje, světlovody, kabely, vysokofrekvenční přenosové cesty.[13]

Vysílače HDO jsou většinou umístěny ve stanicích elektrické distribuční sítě a jsou to zařízení, která slouží k složení ovládacího napětí s ovládacím kmitočtem na napětí distribuční sítě a vysílání ovládacího signálu. Vysílač může být složen z jednoho nebo více bloků.[13]

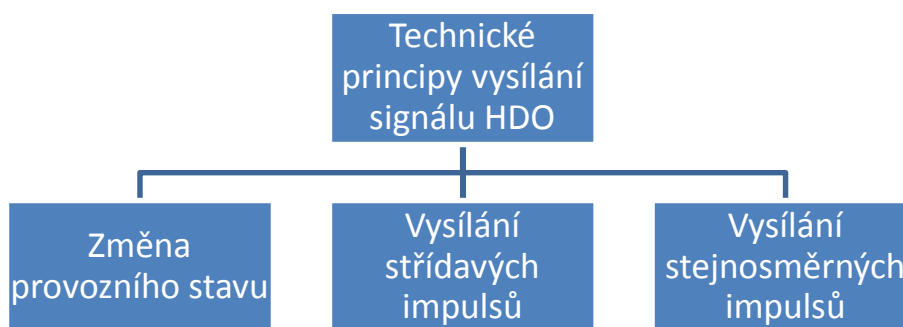
Distribuční síť je elektroenergetická síť určená k přenosu energie.[13]

Monitorování signálu je zde pro kontrolu a záznam signálu hromadného dálkového ovládání.[13]

Přijímač HDO je zařízení skládající se ze vstupních obvodů, dekódovacích obvodů (slouží k příjmu a vyhodnocení signálu) a ze spínacích prvků pro vykonání příslušných operací.[13]

Systémy hromadného dálkového ovládání z hlediska typu přenosu jsou distribuční, tj. jednosměrné. Z hlediska telekomunikačních služeb řadíme systémy HDO mezi služby dálkových operací, spolu s dálkovým měřením, dálkovou signalizací, dálkovým ovládáním, dálkovou regulací a dalšími. Tyto systémy jsou řízeny hromadně, jak již říká název, a z jediného centra jsou vysílány signály po společné cestě současně k mnoha ovládaným místům. Jde o jednosměrný přenos, není zpětná signalizace, zda se vydaný pokyn uskutečnil. Hromadné dálkové ovládání lze obecně zavést i do sítí drátového rozhlasu, televize a různých rádiových sítí, nejen do elektroenergetických distribučních sítí vysokého napětí a nízkého napětí. [3][10]

Počátky hromadného dálkového ovládání sahají do doby, kdy se ještě upřednostňoval stejnosměrný proud. Systémy prošly dlouhým vývojem a bylo použito několik technických principů. V současnosti se převážně využívá již jen jeden princip. Technické přístupy můžeme rozdělit do tří skupin (obrázek 2): vysílání stejnosměrných impulsů do střídavé rozvodné sítě, vysílání střídavých impulsů a změny silnoprůdného provozního stavu.[3][10]



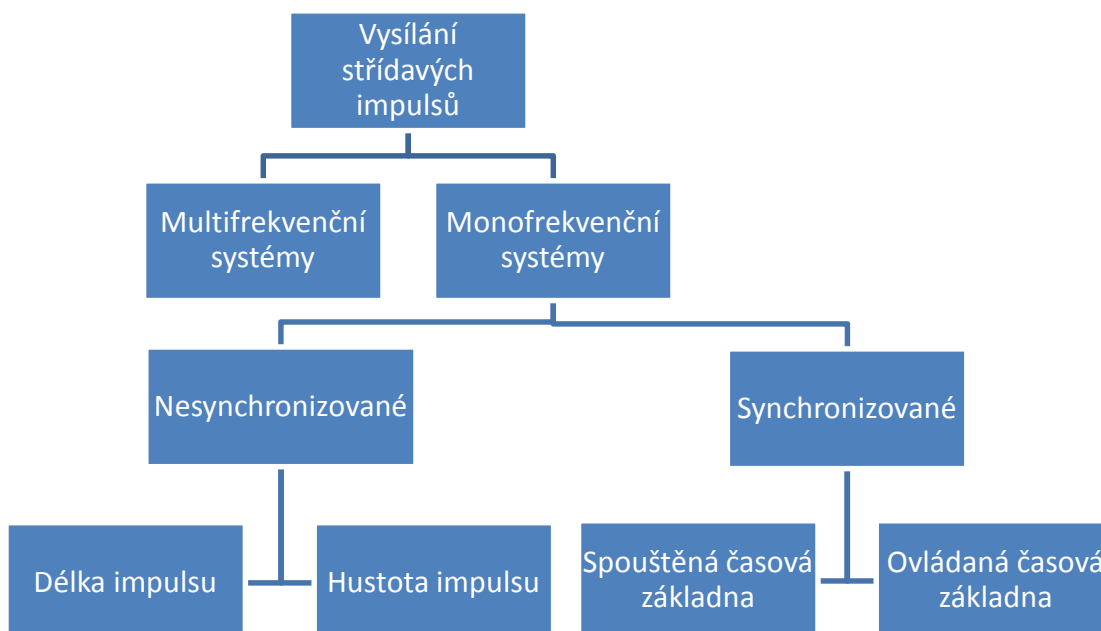
Obrázek 2.: Technické principy vysílání signálu HDO

Systémy pracující na změně silnoprůdného provozního stavu používaly k přenosu informace změnu některého z parametrů sinusového průběhu o technickém síťovém kmitočtu 50 Hz. Používalo firmou AEG ve 40. letech 20. století a ovládací signál se vytvářel po-

mocí mžítkového vypnutí jedné fáze. Přijímací strana rozeznávala podle frekvence a počtu vypínání, o jaký povel se jedná. Tento princip se nerozšířil a již je dlouhou dobu nepoužíván.[3][10]

Princip vysílání stejnosměrných impulsů do střídavé rozvodné sítě spočívá v tom, že se vytvářelo stejnosměrné přepětí, nejčastěji mezi nulovým vodičem a uzlem sekundární strany distribučního transformátoru vn/nn. Na přijímací straně bylo indikováno stejnosměrné napětí mezi libovolným fázovým a nulovým vodičem, zapínací a vypínací povel byl rozlišen polaritou. Tato koncepce měla tyto výhody: jednoduchý přijímač a dobré šíření signálu. Problémem v tomto uspořádání bylo zajištění stejnosměrného zdroje potřebného výkonu a také okolnost, že ovládaná mohla být jen oblast na sekundární straně jediného distribučního transformátoru vn/nn.[3][10]

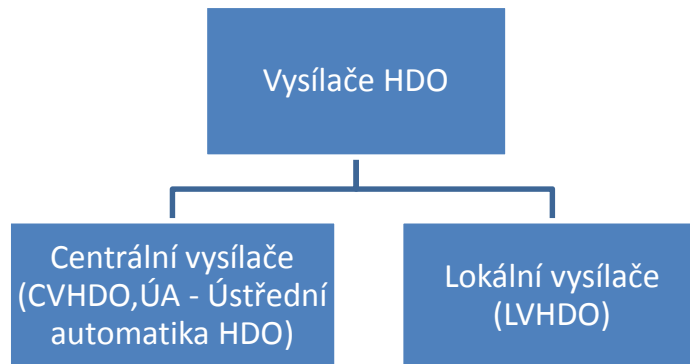
Vysílání střídavých impulsů je nejpoužívanější princip, a to jak v minulosti, tak i v současnosti. Tento princip využívaly již první ovládací a signalizační systémy pracující na stejnosměrných koncepcích. V soustavách střídavých distribučních sítí se používá frekvence vyšší než technický kmitočet 50 Hz, i když byly pokusy i s nižší frekvencí než technický kmitočet, ovšem tahle varianta se nepoužívá. Vysílání střídavých impulsů má nesporné výhody oproti systémům se stejnosměrnými impulsy, především tyto dvě: možnost připojení vysílače HDO v různých síťových úrovních rozvodné soustavy a galvanické oddělení vysílačů i přijímačů od energetické sítě, čímž se zvyšuje také bezpečnost zařízení a obsluhy. V současnosti se nejvíce používají monofrekvenční synchronizované systémy se spouštěnou časovou základnou, které spadají právě mezi systémy vysílající střídavé impulsy (obrázek 3). Vysílají se impulsní série, první impuls vyvolá spuštění časové základny u přijímače, která umožňuje rozlišení zabezpečovacích prvků a intervalů pro jednotlivé povelů.[1][3][10]



Obrázek 3.: Rozdělení systémů HDO na základě technických principů

2.2 Vysílače

Vysílače HDO dělíme na dva druhy (obrázek 4). Centrální vysílače HDO (CVHDO, ÚA - Ústřední automatika HDO) a na lokální vysílače HDO (LVHDO, samostatné, podružné).[3][10]



Obrázek 4.: Rozdělení vysílačů hromadného dálkového ovládání

Centrální vysílače HDO obvykle řídí rozlehlou oblast a mají spojení s energetickými dispečinkami a s poplachovými či svolávacími centry, jako jsou např. hasičská, policejní, záchranná a další. Centrální vysílače HDO také mají spojení s několika podřízenými LVHDO. Vysílání ovládacího požadavku HDO k lokálním vysílačům hromadného dálkového ovládání se provádí časovým programem případně ad hoc požadavky energetických dispečinků nebo poplachových center. [3][10]

Lokální vysílače jsou připojeny do přístupové sítě (vn a nn) nejčastěji na sekundární straně transformátoru v rozvodně. Potom oblast, kterou budou lokální vysílače hromadného dálkového ovládání obsluhovat, je od tohoto místa směrem k nižším napětím až do úrovně nízkého napětí, kde se nachází přijímače HDO. Lokální vysílače jsou vybaveny tak, že mohou vytvářet signál HDO, jeho přeměnu do výkonové formy, vazbu na silnoprůdovou síť a jeho vyslání i další pomocné funkce. Dále bývají vybaveny telekomunikačním propojením s příslušným centrálním vysílačem HDO, odkud mohou být řízeny. Lokální vysílače mohou být řízeny buď z CVHDO, případně při místních potřebách manuálně z ovládacího panelu lokálního vysílače HDO, nebo místní automatikou. [3][10]

Místní automatika lokálního vysílače hromadného dálkového ovládání se skládá ze základní jednotky, která je napájena ze zálohovaného zdroje a ovládá měnič kmitočtu, který produkuje výkonový signál HDO. Navazuje na ni blok digitálních vstupů a výstupů zprostředkovávající vstupy synchronizačního signálu 50 Hz a kontrolního signálu, který nese informaci o tom, zda je signál HDO vyslán správně ve všech fázích. Dále propojuje základní jednotku s kontrolním monitorem, tiskárnou a modemem datového spoje, s ústřední automatikou a analogově digitální převodníky pro čidla. Například pro ovládání veřejného osvětlení se používají senzory měřící intenzitu světla. [3][10]

2.2.1 Zdroje výkonového signálu HDO

K přenosu signálu HDO potřebujeme velmi silné výkonové zdroje nízkofrekvenčního signálu, jejichž výkon je od jednotek až po stovky kVA. Tyto zdroje jsou též nazývány měniče kmitočtu. Zdroj signálu HDO musí pokrýt celou oblast od vysílače až po přijímače v úrovni nízkého napětí, výkon signálu musí být tedy relativně velký, aby pokryl celou oblast. Obvykle se šíří ve všech třech fázích, jen zcela výjimečně, pokud je vysílač HDO vložen na sekundární stranu transformátoru vn/nn, může být signál vložen mezi nulový vodič a střed hvězdy.[3][10]

V průběhu doby bylo používáno několik principů. Jedná se například o v minulosti využívané rotační měniče kmitočtu. Ty v sobě obsahovaly soustrojí motor, synchronní alternátor. Alternátor generoval v závislosti na počtu pólů signály o pevném kmitočtu, například tyto využívané frekvence 316,66 a 216,66 Hz. Tyto frekvence se však mohly měnit v důsledku kolísání okamžitých hodnot energetické sítě. [3][10]

V dnešní době se používají statické měniče kmitočtu, které jsou realizovány výkonovým tyristorovým střídačem. Výhoda těchto měničů spočívá v nastavitelném výstupním kmitočtu, menších nárocích na prostor, menší hlučnosti, jednodušší výrobě, nižších nákladech na údržbu a snadnější synchronizaci. [3][10]

Výkonovou část lokálního vysílače hromadného dálkového ovládání dělíme na dva hlavní bloky, a to výkonový a řídicí blok. Řídicí část dělíme na tři další bloky, jimiž jsou řídicí logika, časová základna a kodér. Výkonový blok dělíme na dvě části, ty tvoří impulsní měnič a výkonový zdroj. Řídicí logika dostává povely od místní automatiky, a právě když dojde k přijetí povelu od místní automatiky, je to požadavek k výkonovému připojení a inicializování statického měniče kmitočtu. Pokud nastane porucha a místní automatika je nefunkční, tak se může vysílací proces spustit pomocí ručního ovládání. Řídicí logika předává povelovou část do kodéru, který ovládá impulsní měnič, připojující výkonový zdroj v rytmu kódu k vazebnímu zařízení. Časová základna je synchronizovaná kmitočtem 50 Hz. Vazební zařízení zajišťuje připojení k síti, minimální útlum ovládací frekvence a impedanční přizpůsobení k síti. Způsoby připojení do sítě jsou dvě, a to paralelní a sériová vazba. [3][5][10]

Paralelní vazba je nejpoužívanější ve spojení se statickým měničem kmitočtu. Zapojuje se paralelně k sekundárnímu vinutí transformátoru, takže když dojde k poruše, tak tato závada nemá vliv na dodávku energie. Generátor hromadného dálkového ovládání je zapojen na sběrnici vysokého napětí paralelně se sekundárním vinutím síťového transformátoru vvn/vn. Generátor se připojuje pomocí oddělovacího transformátoru a sériového rezonančního obvodu, naladěného na ovládací kmitočet, na sběrnici vysokého napětím. Tato vazba je vhodná tam, kde výsledná impedance transformátoru je rovna anebo vyšší než impedance nadřazené sítě. [3][10]

Sériová vazba se v praxi moc nepoužívá. Zdroj signálu HDO je připojen do sítě přes vazební transformátor, který je v sérii s výkonovým síťovým transformátorem vvn/vn a ovládanou sítí vysokého napětí. Tuto vazbu je výhodné použít pouze v případech, kdy je impedance sítě nižší než impedance sítě, do které se signál vysílá. Tuto podmínku splňují kmitočty menší než 200 Hz. [3][5][10]

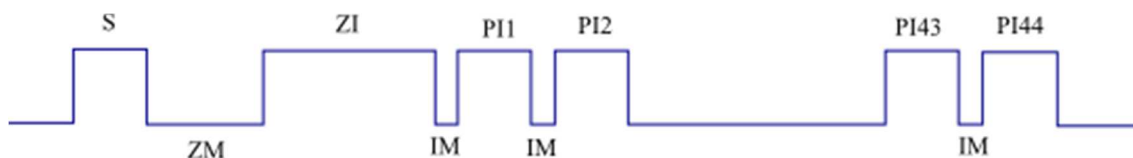
2.3 Povelový kód HDO

V současnosti je povelový kód HDO nejpoužívanějším principem vysílání střídavých impulsů na jedné frekvenci se spouštěnou časovou základnou. Ta má ještě dvě podvarianty: povelový kód s paralelním vyjádřením dvojpovelů a povelový kód se sériovým vyjádřením dvojpovelů. V České republice se v současnosti setkáme pouze s povelovými kódy se sériovým vyjádřením dvojpovelu. Někdy se můžeme setkat s tím, že povelové kódy nazýváme jako telegram HDO.[3][10]

Povelové kódy mají tři základní části, ze kterých se poté skládá celý výsledný povelový kód. Jedná se o startovací (spouštěcí) impuls, zabezpečovací část (zajišťující ochranu proti změně stavů náhodným rušením) a povelové intervaly, kterým jsou přiřazeny příslušné úkony.[6]

2.3.1 Povelový kód s paralelním vyjádřením dvojpovelů

Na obrázku číslo 5 vidíme paralelní povelový kód.



S - Startovací impuls, 1s

ZM - Zabezpečovací mezera, 1,6s

ZI - Zabezpečovací impuls, 2,33s

IM - Impulsová mezera, 0,33s

PIx - Povelové impulsy, každý s délkou trvání 1s, celkem 44 impulsů

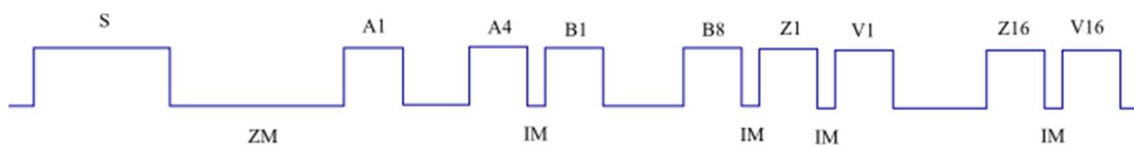
Celková doba jednoho povelového kódu je 64s

Obrázek 5.: Povelový kód s paralelním vyjádřením dvojpovelu

Povelový kód má délku trvání 64 sekund a začíná startovacím impulsem. Po přijetí startovacího impulsu přijímač spouští časovou základnu. Jelikož může být startovací impuls vyvolán i různými rušeními, tak se do kódu vkládá zabezpečovací část, která má snížit možnost, že přijímač se bude chovat nežádoucím způsobem. Zabezpečení tvoří zabezpečovací mezera a zabezpečovací impuls. Pokud v přijímači dojde k chybnému vyhodnocení, na zbytek kódu se nereaguje a znamená to, že startovací impuls byl vygenerován rušením nebo byl rušením znehodnocen. Zbytek kódu tvoří povelovou část s délkou 44 povelových intervalů o délce 1 sekundu a meziintervalovou mezerou 0,33 sekundy. Pomocí tohoto kódu lze tedy ovládat 44 objektů, každý přijímač reaguje jen na předem určené dvojpovely. Pokud je v daném intervalu vyslán impuls, znamená to povel zapnout nebo nechat zapnuté. Na obrázku například impuls PI2. Pokud v daném intervalu impuls nepřijde, jde o povel vypnout nebo nechat vypnuté. Pokud bychom neměli zabezpečovací část, tak by mohla nastat situace, že při rušení by došlo ke změně všech stavů například na vypnuto nebo na jakoukoliv náhodnou kombinaci stavů. Tento typ umožňuje vysílat 40 dvojpovelů, z toho 4 jsou rezervovány pro jednoúčelové přijímače, už se ale v dnešní době u nás nepoužívá.[3][6][10]

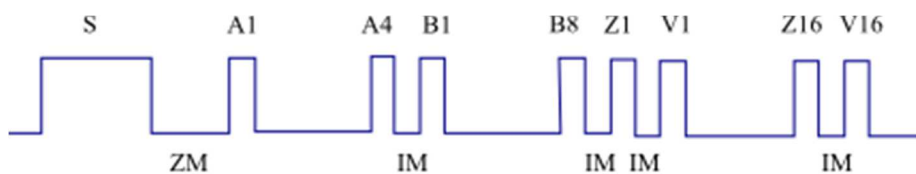
2.3.2 Povelový kód se sériovým vyjádřením dvojpovelů

Protože povelový kód s paralelním vyjádřením dvojpovelů umožňuje ovládání jen 44 objektů, vznikl povelový kód se sériovým vyjádřením dvojpovelů, který umožňuje ovládat více zařízení. V České republice se vyvinuly 2 typy, dlouhý (obrázek 6) a krátký (obrázek 7). I sériový povelový kód začíná startovacím impulsem a zabezpečovací mezerou. Pak následuje adresová část skládající se ze skupiny A, která má 4 prvky, a ze skupiny B, která obsahuje 8 prvků. Poté následuje 32 kódových prvků: Z1, V1 až Z16, V16. Tím je zajištěna možnost adresovat více objektů než v případě paralelního kódu. Sériový povelový kód umožňuje vysílat až 512 dvojpovelů. Typ 2 (kratší) má stejnou funkčnost, pracuje na stejném principu, jen jsou zkráceny příslušné časy intervalových prvků. [3][5][10]



S - Startovací impuls, 2,33s
 ZM - Zabezpečovací mezera 2,99 s
 Ax - 1. Adresová část povelového kódu, celkem 4 impulsy, doba jednoho impulsu je 1s
 IM - Intervalová mezera, 0,33s
 Bx - 2. Adresová část povelového kódu, celkem 8 impulsů, doba jednoho impulsu je 1s
 Zx - Povelové impulsy zapnuto (1-16), doba jednoho impulsu je 1s
 Vx - Povelové impulsy vypnuto (1-16), doba jednoho impulsu je 1s
 Celková doba jednoho povelového kódu je 64s

Obrázek 6.: Povelový kód se sériovým vyjádřením dvojpovelu (dlouhý)



S - Startovací impuls, 1,66 s
 ZM - Zabezpečovací mezera 0,99 s
 Ax - 1. Adresová část povelového kódu, celkem 4 impulsy, doba jednoho impulsu je 0,33 s
 IM - Intervalová mezera, 0,33 s
 Bx - 2. Adresová část povelového kódu, celkem 8 impulsů, doba jednoho impulsu je 0,33 s
 Zx - Povelové impulsy zapnuto (1-16), doba jednoho impulsu je 0,33 s
 Vx - Povelové impulsy vypnuto (1-16), doba jednoho impulsu je 0,33 s
 Celková doba jednoho povelového kódu je 31,68 s

Obrázek 7.: Povelový kód se sériovým vyjádřením dvojpovelu (krátký)

2.4 Volba frekvence signálu

Volba kmitočtu ovládacího signálu se provádí v rozsahu od 110 Hz do 2kHz a závisí na podmínkách sítě, její rozlehlosti, napěťové úrovni, do které napájíme, velikosti zatížení a jeho kolísání, počtu transformací apod.[3][6][10]

Volba frekvence tedy závisí na stavu sítě, a proto nelze vybrat jen jednu frekvenci, která se bude globálně používat. Je vhodnější a i nutné podle stavu sítě vybrat vhodnou frekvenci.[6]

Frekvence signálu HDO musí ležet mezi vyššími harmonickými složkami základní frekvence (50 Hz) a v již výše uvedeném rozsahu 110 Hz - 2 kHz. Tomuto kritériu odpovídá 15 a 17 frekvencí, které se ještě liší podle doporučení. Podle doporučení České státní normy jsou to tyto frekvence: 110; 133,33; 167; 183,33; 216,66; 232; 267; 283,33; 316,66; 383,33; 425; 500; 600; 760; 1060 Hz. Podle doporučení Sdružení německých energetických podniků jsou to tyto následující: 110; 168; 183; 194; 206; 217; 270; 284; 317; 383; 425; 485; 600; 750; 1050; 1350 a 1600 Hz.[3][6][10]

V České republice jsou v posledním období nejvíce používány frekvence 216,66 Hz a 316,66 Hz s napájením umístěným v úrovni 110 kV. A 283,33 Hz v úrovni 22 kV.[3][10][15]

Ovládací frekvence se přikládá ve vysílači k síťovému kmitočtu 50 Hz. Kódování signálu se provádí přerušovaným vysíláním ovládací frekvence pomocí sériového impulzního kódu. Tento kód tvoří vysílací rámec, který detekují přijímače. Úroveň signálu se v místě přijímače pohybuje v desetinách až jednotkách voltů.[3][10]

2.4.1 Nižší a střední frekvence (110 - 500 Hz)

Tyto frekvence je vhodné použít na centralizovanou výstavbu HDO s napájením do nejvyšších napěťových úrovní, také tak se signál bude několikrát transformovat. Rozlehlé sítě a její kapacity mají jen malý vliv na provoz. Nevhodné je tyto frekvence používat tam, kde se vyskytují silnoprůdové transformátory, kde se vyskytují nekompenzované asynchronní motory, kde se můžou vyskytovat blokové členy a také tam kde jsou přísné podmínky na přeslech.[3][6][10]

2.4.2 Vyšší frekvence (600 - 2000 Hz)

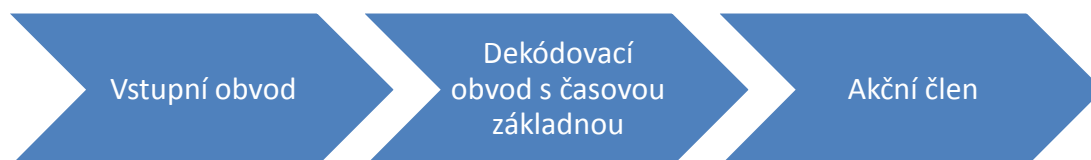
Vyšší frekvence je vhodné použít tam, kde je decentralizovaná výstavba HDO až na nejvyšší napěťovou úroveň. Nejvyšší frekvence jsou nevhodné na použití v rozsáhlé kabelové síti, obzvláště pokud jsou kabely doplněny o tlumivky proti zkratovým proudům. Dále jsou nevhodné pro několikanásobnou transformaci a také tam, kde je na transformátorech nestálá zátěž.[3][6][10]

2.5 Přijímače

Přijímače jsou zapojeny mezi libovolnou fází a nulový vodič, kde se nachází síťový kmitočet 50 Hz s amplitudou 230 V. Ovládací signál HDO má v tomto místě jen jednotky či desetiny voltů. [3][6][10]

Přijímač HDO můžeme rozdělit na 3 části – vstupní obvod, dekodovací obvod s časovou základnou a akční člen (obrázek 8). Vstupní obvod je naladěný na ovládací kmitočet HDO, tento

vstupní obvod oddělí ovládací kmitočet HDO od síťového kmitočtu, poté je dekodován a vyhodnocen jako výkonný stav výstupního zařízení. Přijímač nejčastěji vyhodnocuje 1-3 dvojpovery, například spínání spotřebiče, přepínání tarifní sazby, vyvolání poplachu.[3][10]



Obrázek 8.: Blokové rozdělení přijímače hromadného dálkového ovládání

Přijímač je trvale pod napětím a ve stavu pohotovosti. Průběh telegramu je uložen v přijímači a je provedeno nastavení, na které povely má přijímač reagovat. Při příjmu startovacího impulsu, přijímač zjišťuje, zda následuje zabezpečovací mezera. Pokud přichází startovací impuls, co byl detekován, a zabezpečovací mezera souhlasí s průběhem telegramu uloženého v přijímači, jsou tento impuls a zabezpečovací mezera vyhodnoceny za začátek povelového kódu a očekává se příjem předem nastavených povelových impulsů.[5]

2.5.1 Klasické Přijímače

Tyto přijímače byly sestavovány na elektromechanických a elektromagnetických principech. Jako zesilovací prvek se zde používal tyratron se studenou katodou, dekodér tvořil synchronní motorek. Dále tu byla soustava váček a váčkových kontaktů, výstup tvořilo relé s mechanickou pamětí spínacího stavu.[3][10]

Napětí ovládacího signálu v jednotkách voltů je na vstupu odděleno rezonančním obvodem od technického kmitočtu, zesíleno rezonančním obvodem a zvýšeno autotransformací přibližně na 130 V. Toto napětí je potřebné pro zapálení pomocné dráhy tyratronu. Po připojení hlavní dráhy na síťové napětí 230 V se sepnou kontakty a spustí se motorek, ten je spojen s dekodovací sadou 12 váček na dvou hřídelích. První 3 váčky na obou hřídelích jsou pevné a jsou pro vstupní část povelového kódu, která zajišťuje zabezpečení. Ostatní váčky jsou nastavitelné do jedné z 12 možných poloh. Vhodnou kombinací tvarů těchto váček a rychlostí otáčení hřídele, lze dosáhnout 44 časových intervalů. Tyto intervaly jsou v povelovém kódu vyhrazeny 44 dvojpoovelům. Výstup byl realizován pomocí relé s mechanickou pamětí spínacího stavu, přijímače měli k dispozici jeden trojfázový spínací kontakt a jeden trojfázový pomocný rozpínací kontakt. Velikost spínaného výkonu byla závislá na tom, zda byl na přijímač připojen spotřebič přímo, anebo přes stykač a také na typu ovládaného zařízení. Tyto přijímače byly vyráběny tak, aby mohly být zaměněny za spínací hodiny pro přepínání tarifu elektrické energie.[6]

2.5.2 Moderní Přijímače

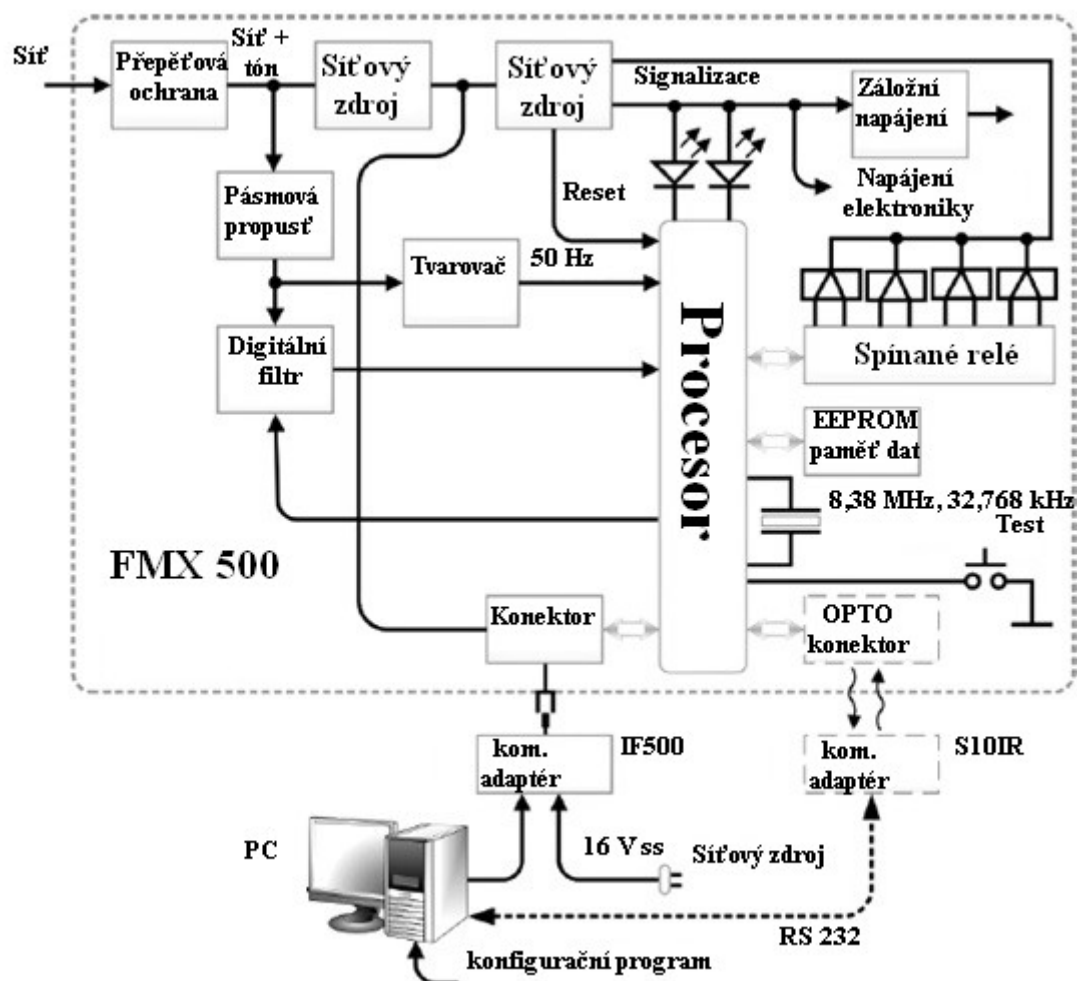
Moderní přijímače musí při provozu splňovat mnoho požadavků, jako jsou elektromagnetická kompatibilita, odolnost proti kolísání napětí a kmitočtu, teplotní stálost apod.[3][10]

První moderní elektronické přijímače používali jako zesilovací prvek tranzistorový zesilovač, dekódovací blok místo motorku a elektronický dekódér obsahoval soustavy vaček. Přijímač byl nastaven na jednotlivé dvojpovery pomocí nožového programovacího pole nastavovaného zvlášť pro adresní a povelovou část. Dnes již se tyto přijímače nevyrábí.[3][10]

Jedním z předních a zároveň i českým výrobcem přijímačů hromadného dálkového ovládání je firma ZPA Trutnov. Nejnovější řada tohoto výrobce je FMX500, na které můžeme ukázat funkci těchto nových moderních přístrojů.

Přijímače ZPA FMX500 mají na vstupu digitální filtr pro zpracování přijímaného signálu. Parametry tohoto filtru lze měnit v širokém rozsahu, řízení všech funkcí a vyhodnocování přijímaných signálů provádí procesor. Díky programovatelné paměti typu EEPROM můžeme měnit vlastnosti a chování přístroje (např. povelů se mohou vykonávat ihned nebo s určitým zpožděním). Při výpadku vysílače má v sobě přijímač uložený náhradní program, podle kterého má pracovat. Tyto moderní přijímače mohou zpracovávat různé typy povelových kódů, lze u nich také nastavovat množství parametrů, jako je změna ovládací frekvence, šířka filtru, parametry zpracovávaných povelových kódů atd. Programování se provádí přes počítač pomocí adaptéru přes optické rozhraní nebo galvanicky oddělené kontaktní rozhraní. Při programování můžeme uložit do paměti také vlastní poznámky, dále v paměti přístroje nalezneme výrobní číslo, kód výroby, datum posledního programování, celkovou dobu připojení k síti a počet výpadků napájecího napětí.[3][7][10]

Na vstupu přijímače je ovládacímu signálu snížena amplituda pomocí vstupního děliče, signál je poté zpracován digitálním filtrem, který je přímo v procesoru. V paměti EEPROM je uložena ovládací frekvence, citlivost, použitý povelový kód, požadavky na časové a samoučící funkce, spínací programy a způsob vyhodnocování povelových kódů. Obsah paměti, a tím i změnu nastavení a chování přijímače, můžeme měnit v režimu programování. Toto programování se provádí připojením přijímače k počítači jedním z jeho rozhraní (záleží na typu přístroje, jestli je vybaven konektorem, na který se připojujeme pomocí galvanicky odděleného adaptéru, nebo jestli obsahuje optický konektor). Funkčnost přístroje a její správnost je kontrolována na programové i obvodové úrovni. Přístroj je synchronizován sítovým kmitočtem 50 Hz, který je veden na tvarovač, kde se generují taktovací pulsy. Ty jsou přivedeny do procesoru. Přijímače FMX500 jsou osazeny jedním až čtyřmi paměťovými relé, v závislosti na určitém typu přístroje mohou být relé výměnná. Pro ověření funkčnosti a kontrolu zapojení relé k vnějším obvodům je určena funkce selftest. Tuto funkci lze spustit tlačítkem, které je ukryto pod krytem svorkovnice, a funkci tohoto tlačítka si lze naprogramovat. Během selftestu se provádí kontrolní součet obsahu paměti procesoru a ověřuje se komunikace s pamětí EEPROM, pokud je vše v pořádku, vykonají výstupní relé naprogramovanou funkci. Po ukončení selftestu jsou výstupní relé v původní poloze. Během selftestu a programování jsou ostatní funkce přijímače zablokovány, blokové uspořádání můžeme vidět na obrázku č. 9.[3][7][10]



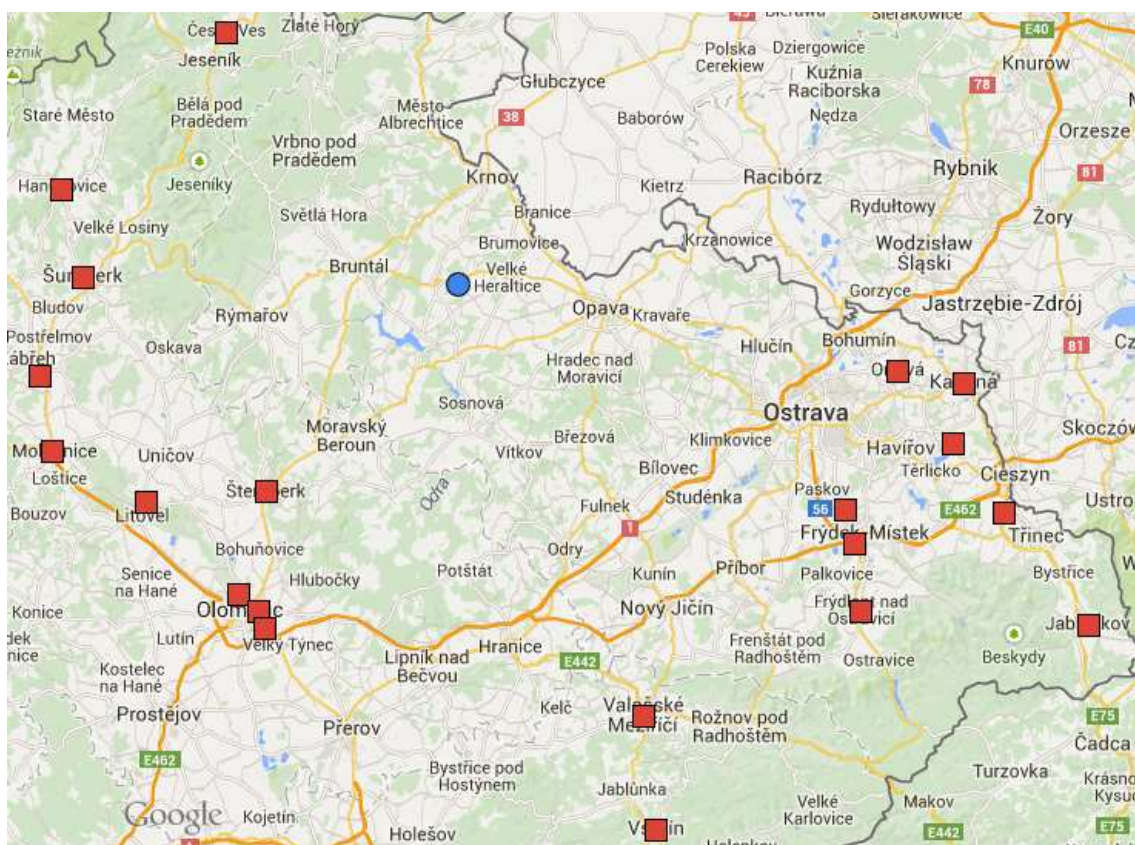
Obrázek 9.: Blokové schéma FMX500[7]

3 Aplikace v rozvodné síti České republiky

V dnešní době, kdy většina populace vlastní chytrý telefon s operačním systémem android (aplikaci od Pražské energetiky lze pořídit i na telefony s operačním systémem iOS), není problém v oficiálním obchodě najít a stáhnout aplikaci, která na základě distributora a kódu HDO ukazuje časy nízkého tarifu. Kód HDO lze zjistit přímo na přijímači HDO či v zákaznickém centru poskytovatele.

Na obrázku číslo 10 můžeme vidět mapu vysílačů společnosti ČEZ na Moravě, která byla vytvořena ze zdrojů číslo 15 a 16.

Červené čtverečky znázorňují vysílače umístěné v napětové úrovni 22 kV s vysílací frekvencí signálu HDO 283,33 Hz, modrý kruh značí vysílač připojený v napětové úrovni 110 kV a frekvenci signálu HDO 216,66 Hz.[15][16]



Obrázek 10.: Vysílače HDO společnosti ČEZ na Moravě

Jedna z oblastí použití systému hromadného dálkového ovládání je přímé ovládání spotřebičů vyšších výkonů, které nepotřebují být trvale v provozu. Do této kategorie patří bojler, akumulární kamna, průmyslové pece, elektrické motory v zemědělství, elektricky vytápěné kotle,

velké elektricky vytápěné pračky, závlahová a jiná čerpadla a další zemědělské, průmyslové a jiné spotřebiče.[6][17]

Hromadné dálkové ovládání lze také využívat pro provozní energetické účely. Do tohoto bloku služeb spadá například: svolávání poruchových energetických čet, regulace odběrových diagramů elektřiny, ovládání spínačů pro zkoušení zemních spojení, ovládání omezovačů příkonu a hlídačů maxima, spínání geograficky rozptýlených měřicích bodů pro statistické účely energetiky, spínání kondenzátorových baterií pro kompenzaci účinníku, ovládání spínačů podružných silnoproudých vedení a ovládání podružných transformačních stanic.[6]

HDO je také použito pro ovládání osvětlení. Mezi ovládaná osvětlení například patří: veřejné celonoční osvětlení, nepřerušované polonoční veřejné osvětlení (do určité hodiny, např. do půlnoci), přerušované polonoční veřejné osvětlení (přerušování osvětlení do několika časových úseků, např. 18 - 24, 4 - 7), osvětlení výkladních skříní a ovládání světelných reklam, osvětlení pro slavnostní příležitosti, osvětlení historických budov, osvětlení velkých ploch (sportovní hřiště, areály, nádraží a jiné), schodišťová a jiná vnitřní osvětlení a osvětlení dopravního značení pro pozemní, leteckou a lodní dopravu.[6][17]

Další podstatnou skupinou použití hromadného dálkového ovládání jsou veřejné poplachy (požární poplachy, poplachy při živelných pohromách, poplachy pro opravářské a údržbářské čety a poplachy pro příslušníky armády a policie).[6][17]

HDO lze také využít pro synchronizaci veřejných hodin.[3]

Pro regulaci a omezení odebíraného výkonu z přenosové nebo distribuční sítě (pro vyhlášení prvního regulačního stupně), je použito HDO.[23]

Velkou výhodou použití hromadného dálkového ovládání je dosah signálu, který se šíří v ovládané oblasti, a také velká odolnost proti rušení a zneužití.[6][17]

S rozvojem teleinformatiky se snižuje výhoda hromadného dálkového ovládání, které používalo již vybudovanou elektroenergetickou síť k přenosu informace. A zároveň uplatňováním nových technologií k přenosu zpráv pomocí silnoproudých sítí (BPL, PLC) lze některé aplikace hromadného dálkového ovládání nahradit právě těmito novými technologiemi.[3]

3.1 Nízký tarif

Jelikož se v průběhu dne mění poptávka po elektřině (velký odběr elektrické energie v jeden čas, nebo naopak velmi nízký odběr elektrické energie) a aby nemusela být navyšována výrobní kapacita elektráren kvůli několika hodinám denně, vznikla dvoutarifová sazba (vysoký a nízký tarif).[1][5][12][22]

V minulosti bylo pevné časové rozdělení tarifů (přepínaly se spínacími hodinami). Platnost nízkého tarifu (někdy označovaného jako noční proud) byla od 22. do 6. hodiny.[1][5][12][22]

V dnešní době je nízký tarif přepínán několikrát denně podle podmínek zákaznického tarifu, který využíváme. Tarify jsou přepínány systémy HDO. Některé spotřebiče (např. elektrotopelné) jsou spouštěny jen na nízký tarif, čímž je dosahuje optimálnějšího rozložení odběru elektrické energie.[1][5][12][22]

Nízký tarif má několik variant. Můžeme je rozdělit na sazby pro odběratele, u kterých je napětí mezi vodiči větší než 1000V (kategorie A, B), pro firmy (kategorie C) a pro domácnosti (kategorie D). U kategorií C a D ještě rozlišujeme několik variant lišících se dobou trvání nízkého tarifu (obrázek 11 a 12). Podrobnosti k tarifům jdou uvedeny v příloze. [4][18]

Domácnosti				
Víkendová sazba (D61D)	22 hodin NT (D56D,D55D)	20 hodin NT (D45D)	16 hodin NT (D35D)	8 hodin NT (D27D, D26D, D25D)

Obrázek 11.: Rozdělení tarifů pro domácnosti

Firmy				
Speciální sazby (C60D, C61D, C62D)	22 hodin NT (C56D, C55D)	20 hodin NT (C45D)	16 hodin NT (C35D)	8 hodin NT (C27D, C26D, C25D)

Obrázek 12.: Rozdělení tarifů pro firmy

3.2 **MINI HDO**

Systémy MINI HDO se používají na lokální síti nízkého napětí. Funkce těchto systémů spočívá ve vysílání a příjmu zakódované informace většinou na kmitočtu 132,45 kHz až do vzdálenosti 1,5 km. V zarušených sítích je tento dosah samozřejmě menší.[8][9]

Tyto systémy se používají pro optimalizování spotřeby, k blokování a ovládaní spotřebičů a změně cenových tarifů v uzavřených rozvodech průmyslových a zemědělských podniků, v rozlehlých firmách a institucích.[3][7][9]

Závěr

Cílem této bakalářské práce rešeršního typu bylo sepsání služeb přenášených v sítích nízkého napětí, vysokého napětí a velmi vysokého napětí. Dále popis systémů hromadného dálkového ovládání a jejich aplikace v rozvodné síti České republiky.

Přenosová soustava byla původně vybudována pouze pro přenos elektrické energie. Stírávací elektrická soustava používá kmitočet 50 Hz. Po čase vznikla myšlenka využít již vybudovanou síť k sdělovacím účelům. Pro tyto komunikace se používají frekvence větší než používaný síťový kmitočet. Služby využívající silnoproudou síť můžeme rozdělit podle několika kritérií (podle šířky pásma, podle využívaného frekvenčního pásma a podle využívané napěťové úrovně).

Díky zvládnutí přenosu informací v zarušeném prostředí mohly vzniknout širokopásmové systémy využívající silnoproudou síť. Tyto širokopásmové systémy mohou být použity například pro rozvod internetu v budovách. Širokopásmové systémy mohou využívat i ochranné lano s optickým kabelem.

Hromadné dálkové ovládání je soubor prostředků k vysílání a příjmu signálů za účelem přepínání tarifů, ovládání spotřebičů a zařízení. Tento systém se používá nejčastěji na přepínání tarifů (vysoký a nízký tarif) a ovládání elektrospotřebičů, jako jsou akumulární kamna, tepelná čerpadla, bojler apod. Díky tomu, že je signálem HDO pokryta téměř celá Česká republika (až na pár oblastí na severní Moravě), používá se tento systém i na ovládání osvětlení (pouliční, osvětlení dopravního značení, reklamní plochy, historické budovy apod.), pro energetické účely, k vyhlášení poplachů (živelné pohromy, požáry apod.), k synchronizování veřejných hodin a k vyhlášení prvního regulačního stupně při velkém odběru v přenosové nebo distribuční síti.

V uzavřených rozvodech průmyslových, zemědělských a jiných podniků můžeme využít takzvaného systému MINI HDO, který ovládá spotřebiče a reguluje spotřebu v daném podniku nebo komplexu.

Velkou výhodou použití hromadného dálkového ovládání je dosah signálu (který se šíří v ovládané oblasti) a také to, že je značně odolný proti rušení a zneužití.

Přínosem této bakalářské práce je určitě sestavení mapy vysílačů společnosti ČEZ na území Moravy. Dále sepsání služeb využívajících silnoproudou síť a rozbor systému HDO.

Použitá literatura

- [1] Půl století s HDO. TRÍPOL - Magazín popularizující vědu a techniku [online]. 2010 [cit. 2015-01-26]. Dostupné z: <http://www.3pol.cz/cz/rubriky/klasicka-energetika-a-fyzika/693-pulstoleti-hdo>
- [2] PLC a průmyslová PC [online]. 2015 [cit. 2015-01-26]. Dostupné z: <http://auto-matizace.hw.cz/rubriky/plc-automaty>
- [3] SVOBODA, Jaroslav. Využívání silnoproudých vedení a sítí pro přenos zpráv. 1. vyd. Praha: ČVÚT, 2012. ISBN 978-80-01-05168-9.
- [4] Technická zařízení budov: Elektrotechnika [online]. 2015 [cit. 2015-01-26]. Dostupné z: <http://elektro.tzb-info.cz/>
- [5] SÝKORA, Tomáš. Distribuce elektrické energie: Kvalita elektrické energie - signál HDO [Prezentace]. Praha: ČVÚT, 2006 [cit. 2015-01-27].
- [6] PODHORSKÝ, Jiří. HDO - hromadné dálkové ovládání. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2002. ISBN 80-7300-054-7
- [7] Přijímače hromadného dálkového ovládání. ZPA - Smart Energy [online]. 2013 [cit. 2015-03-11]. Dostupné z: <http://www.zpa.cz/files/files/FMX-500-04-12-2013-C-2-1-71-final-web.pdf>
- [8] Bezdrátové přenosy. Závodný elektro [online]. 2015 [cit. 2015-03-12]. Dostupné z: <http://zavodny.cz/index.php?id=4#regulace>
- [9] Systémy MINI HDO. ASAPE elektro s.r.o. [online]. 2015 [cit. 2015-03-12]. Dostupné z: <http://www.asape.cz/index.php?cid=15>
- [10] SVOBODA, Jaroslav. Systémy hromadného dálkového ovládání [online]. Praha: ČVUT, 2013 [cit. 2015-03-13]. Dostupné z: http://data.cedupoint.cz/oppa_e-learning/2_KME/165a.pdf
- [11] Distribuční soustava. Východoslovenská distribuční, a.s. [online]. 2010 [cit. 2015-03-13]. Dostupné z: http://www.vsds.sk/wps/portal/vsd/domov/distribucna-sustava/hdo!/ut/p/b1/hc7LCoJA-GAXgZ5kHiH_G67gczdQumoyazkakQiwvYVLg02fQVju7A9-BAwIyokuao-akK1SEF0RavqiyGqmuL-tuFljsBsQyTMOxsYgl75tF3I-rLnqVOIJsAngnD_b8eYcTiCUmEbwMOJV_YOGH73bNFbKJ6bN_uAQRp-FjJ-Q33AVHyw2gP2_6y3u8qPRzlJE5YyAr7_HiHCEE-jasq9IVMyhD5a5Nv1/dl4/d5/L0IJS2FZQSEhL3dMTUFBdFFBUUVaZ1FBI-SEvNEprR29oQSEvWjZfR08xQzICMUEwR0ZVMjBJQIBOSFQ4TjN-JQzUvbXVsdGIBMTAuanNw/

- [12] HDO. Stredoslovenská energetika [online]. 2013 [cit. 2015-03-13]. Dostupné z: http://www.sse.sk/portal/page/portal/stranka_SSE/domacnosti/sluzby/hdo
- [13] PNE 38 2530. Podniková norma pro rozvod elektrické energie: Hromadné dálkové ovládání, Automatiky, vysílače a přijímače. 3. vyd. Praha: EGC - EnerGoConsult ČB s.r.o., 2012.
- [14] SVOBODA, Jaroslav. Využívání silnoprůdých vedení pro přenos zpráv [online]. Praha: ČVUT, 2013 [cit. 2015-04-07]. Dostupné z: http://data.cedupoint.cz/oppa_e-learning/2_KME/165b.pdf
- [15] EPA. Elektrotechnické průmyslové aplikace [online]. 2015 [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: <http://www.epa.cz>
- [16] ČEZ Distribuce [online]. 2006 [cit. 2015-04-11]. Dostupné z: http://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=0CCwQFjAC&url=http%3A%2F%2Fwww.cezdistribuce.cz%2Fedee%2Fcontent%2Ffile-other%2Fdistribuce%2Ftechnicke-informace%2Fvysilani-morava-c.xls&ei=p8A4VdabK8vsO5i4gIgJ&usg=AFQjC-NEAXG_PRf_rvrvvO5IYczWwoYoJwQ&sig2=MvZ_FdWpLuMxeG2scej-hkw&bvm=bv.91427555,d.ZWU
- [17] Hromadné dálkové ovládání. ZPA Smart Energy [online]. 2014 [cit. 2015-04-11]. Dostupné z: <http://www.zpa.cz/produkty-a-reseni/rundsteuerung:c2/>
- [18] Nízký tarif [online]. 2013 [cit. 2015-04-17]. Dostupné z: <http://www.nizkytarif.net>
- [19] ETARIF. ČEZ [online]. 2015 [cit. 2015-04-18]. Dostupné z: www.cez.cz/cs/elektrina/etarif.html
- [20] Ceník. EON [online]. 2006 [cit. 2015-04-18]. Dostupné z: <https://www.eon.cz/file/edee/cs/domacnosti/produkty-a-ceny-elektriny/cenik-kombinovany.pdf>
- [21] Ceník Comfort. ČEZ [online]. 2015 [cit. 2015-04-18]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/firmy/cs/elektrina/comfort.html>
- [22] HDO. PREDistribuce [online]. 2015 [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: <https://www.predistribuce.cz/cs/potrebuji-zaridit/zakaznici/stav-hdo/>
- [23] Regulační plán. ČEPS [online]. 2013 [cit. 2015-04-27]. Dostupné z: http://www.ceps.cz/CZE/Cinnosti/Dispecerske_rizeni/Provozni-stavy/Krizova-provozni-opatreni/Documents/Regulacni_Plan.pdf

Seznam příloh

Příloha A: *Tarify pro domácnosti (kategorie D)*

- I -

Příloha B: *Tarify pro firmy (kategorie C)*

- II -

Tarify pro domácnosti (kategorie D)

- D61D - Víkendová sazba - její využití je především na chatách, protože tento tarif, jak již napovídá název, má dobu nízkého tarifu od pátku 12:00 do neděle 22:00.[18][19][20]

- D56D - 22 hodinová doba nízkého tarifu je určena pro domácnosti vytápěné tepelným čerpadlem, které bylo uvedeno do provozu po prvním dubnu 2005. Nízký tarif může být rozdělen do sedmi časových úseků, avšak doba nízkého tarifu není nikdy menší jak jedna hodina. Naopak čas vysokého tarifu nemůže být větší jak jednu hodinu za den. Tepelné čerpadlo musí krýt minimálně 60% tepelných ztrát domu a nesmí být v chodu, když je vysoký tarif nahrazuje sazbu D55D.[18][19][20]

- D55D - Dále existuje i další 22 hodinová sazba, která je ovšem určena pro domácnosti s tepelným čerpadlem, které bylo uvedeno do provozu do posledního března 2005, tuto sazbu již nejde sjednat.[18][19][20]

- D45D - Dvaceti hodinový tarif je určen pro domácnosti, které topí přímotopem a také ohřívají vodu elektřinou. Doba nízkého tarifu může být rozdělena do 7 úseků, ale ani jeden z těchto úseků nesmí být kratší jak jedna hodina. Doba vysokého tarifu opět nesmí být delší jak jednu hodinu v kuse. Dále musí být spotřebiče blokovány při platnosti vysokého tarifu. Instalovaný příkon přímotopných spotřebičů má nejméně 40% příkonu odpovídajícího proudové hodnotě hlavního jističe před elektroměrem.[18][19][20]

- D35D - Šestnácti hodinový tarif je výhodný pro domácnosti využívající akumulční vytápění, přímotop a elektřinu pro ohřev vody. Nízký tarif je maximálně rozdělen do pěti úseků, z nichž ani jeden není kratší jak jedna hodina. Opět musí být spotřebiče blokovány po dobu vysokého tarifu a součtový příkon musí činit minimálně 50% příkonu, který odpovídá proudové hodnotě hlavního jističe.[18][19][20]

- D27D - Osmihodinový tarif pro automobilisty, kteří prokáží vlastnické právo nebo užívací právo k elektromobilu. Doba nízkého tarifu je vymezena distributorem na 8 hodin denně v čase od 18 do 8 hodin, maximálně do dvou časových úseků. Doba může být operativně v průběhu dne měněna.[18][19][20]

- D26D - Osmihodinová sazba pro domácnosti, které elektrickou energii využívají pro ohřev vody a k akumulčnímu vytápění. Instalovaný příkon elektrických spotřebičů je nejméně 55% příkonu proudové hodnoty hlavního jističe před elektroměrem. Spotřebiče musí být blokovány po dobu vysokého tarifu.[18][19][20]

- D25D - Osmihodinová sazba pro domácnosti, využívající elektrickou energii pro ohřev vody. Spotřebiče mohou být používány jen po dobu nízkého tarifu.[18][19][20]

Tarify pro firmy (kategorie C)

- C60D - Určená tam, kde není technicko - ekonomicky možné měřit řádně odběr měřicím zařízením distributora a celkový příkon nepřesáhne 1kW. Sazba určená pro policejní hlásiče, poplachová zařízení, sirény a podobně. Odběr elektřiny je nepatrný a zcela výjimečný.[18]

- C61D - Určena tam, kde není technicko - ekonomicky možné měřit řádně odběr měřicím zařízením distributora a odběr elektrické energie je konstantní. Například poskytování internetu po distribuční síti.[18]

- C62D - Tarif pro veřejná osvětlení, jedná se o jeden ze speciálních tarifů.[18][21]

- C56D - 22 hodinová sazba pro podnikatele využívající k vytápění tepelné čerpadlo, které bylo uvedeno do provozu od prvního dubna 2005. Obdobu tarifu D56D jen pro firmy se stejnými nároky a vlastnostmi.[18][21]

- C55D - Obdobu tarifu D55D, nyní je nahrazena sazbou C56D.[18][21]

- C45D - Stejný tarif jako D45D, jen pro firmy.[18][21]

- C35D - Opět tarif pro firmy, na který mají nárok po splnění podmínek popsanych v tarifu D35D.[18][21]

- C27D - Určená firmám, které vlastní automobil s nabíjecí stanicí, která má vlastní přívod a měřicí zařízení.[18]

- C26D, C25D - Tarify se stejnou nabídkou a se stejnými podmínkami jako u tarifů pro domácnosti (D26D,C26D).[18][21]